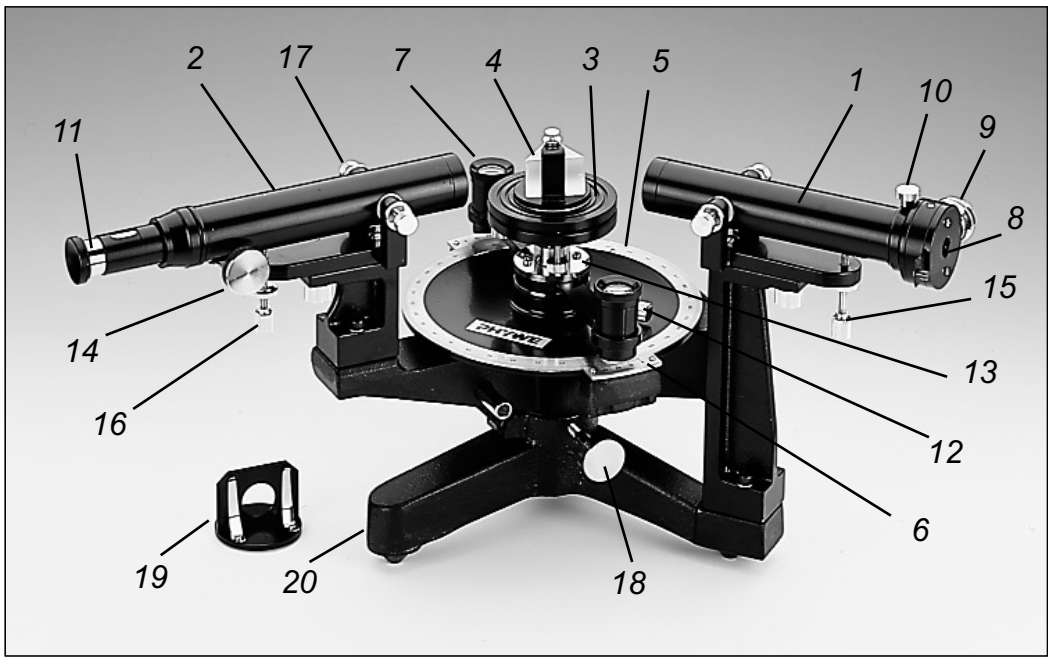
Espectró- Goniómetro

35635.02

PHYWE SYSTEME GMBH
Robert-Bosch-Breite 10
D-37079 Göttingen

Telefon (0551) 604-0
Telefax (0551) 604-107



Modo de empleo

El aparato se utiliza para analizar espectros, determinar el ángulo de desviación mínimo y el índice de refracción de los prismas. También se puede utilizar como espectrómetro de rejilla. Se emplea en los lugares de enseñanza de las ciencias naturales y en laboratorios.

1. DESCRIPCIÓN

1 Tubo del colimador
2 Tubo de observación
3 Mesita para prisma
4 Prisma de vidrio Flint en soporte de prisma
5 Placa con limbo
6 Nonio
7 Lupas
8 Ranura
9 Tornillo moleteado para ajustar la ranura
10 Tornillo moleteado para el tubo del colimador
11 Ocular a escala de 0 a 100
12 Tornillo para bloquear la placa con limbo
13 Tornillo moleteado para nivelar la mesita del prisma
14 Tornillo moleteado para tubo ocular
15 Tornillo de ajuste para la altura del tubo del colimador
16 Tornillo de ajuste para la altura del tubo de observación
17 Puntos de fijación para el tubo del colimador y el tubo de observación
18 Tornillo micrométrico para el tubo de observación y el nonio
19 Soporte para rejilla de Rowland
20 Trípode

Los componentes más importantes del espectrómetro son el tubo del colimador *1*, el tubo de observación *2*, la mesita del prisma *3* y la placa con limbo *5*. Mientras que el tubo del colimador se encuentra montado fijamente en el soporte base, la placa con limbo y el tubo de observación pueden girarse independientemente uno del otro en el eje del soporte.

El tubo del colimador, montado fijamente en el soporte base, está provisto en su extremo libre, es decir en el extremo opuesto a la mesita del prisma, de un diafragma de compuerta. El ancho de la ranura puede ajustarse con el tornillo moleteado *9* y con una corredera en V. Después de aflojar el tornillo moleteado *10*, el tubo del diafragma de compuerta puede desplazarse a lo largo del tubo del colimador para variar así la longitud de este último. En el otro extremo se encuentra ubicado el objetivo (lente del tubo del colimador; *f* = 160 mm). La distancia del objetivo a la ranura puede así ser ajustada de tal manera que sea igual a la distancia focal de la lente del colimador.

La mesita del prisma *3* está alineada horizontalmente mediante tres tornillos moleteados *13*. Se coloca el prisma de vidrio Flint suministrado con el aparato en el soporte *4* de la mesita. Todos los otros prismas se colocan sin soporte sobre la mesita del prisma, la cual se puede sujetar con un tornillo moleteado.

Como el tubo del colimador, el tubo de observación está montado sobre tres puntos de soporte. Al montar los tubos, hay que fijarse en que los tornillos moleteados laterales *17* sean bien enclavados en las perforaciones de las paredes del tubo previstas para esto. Este tubo de obervación está sujeto en un brazo que puede girarse en el eje del soporte base y fijarse con un tornillo moleteado lateral. El tubo está equipado de un objetivo de una distancia focal *f* = 160 mm en su extremo próximo a la mesita del prisma, y de un ocular regulable de escala *11* (retículo) en su extremo libre. Una vez que el tubo de observación está fijado, es todavía posible efectuar un ajuste fino del brazo del tubo de observación, por medio del accionamiento fino *18*. El nonio *6*, que permite la lectura del ángulo del limbo con una exactitud de un minuto, se encuentra fijamente sujetado al brazo del tubo de observación. La lectura se efectua por medio de la lupa *7*.

La placa con limbo *5*, que está provista de una escala graduada de O° a 360°, está dispuesta de manera a poder girar alrededor eje del soporte base. Esta placa puede fijarse en cualquier posición con el tornillo moleteado *12*.

El prisma con soporte *4* puede ser cambiado por la rejilla de Rowland *19*. El soporte para la rejilla de Rowland está suministrado junto al aparato. En cuanto a la rejilla de Rowland misma, se puede pedir bajo el N^{O} de pedido 35675.00.

2. AJUSTE

Para poder efectuar medidas exactas con el espectró-goniómetro, el aparato deberá haberse ajustado cuidadosamente. La ranura y el retículo del ocular deberán estar ubicados en los planos focales de los objetivos correspondientes (trayecto telescópico de los rayos). Además, la ranura y el canto refractante del prisma deben estar posicionados paralelamente al eje de giro.

2.1 Ajuste del tubo de observación

El tubo de observación posicionado horizontalmente se dirige a un objeto colocado lo más lejos posible. Primeramente se desplaza el ocular en el tubo ocular *11* para asegurarse de la nitidez de la escala incorporada. Seguidamente se desplaza el tubo ocular mediante *14*, hasta que el objeto alejado, sobrepuesto a la escala, aparezca nítidamente.

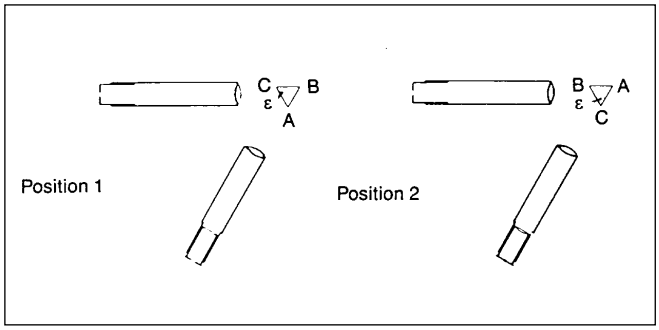
2.2 Ajuste del tubo del colimador

Sin variar el ajuste del ocular, se gira el tubo de observación en el eje del colimador colocado horizontalmente, de tal manera que el centro de la imagen de la ranura se encuentre en la cruz del retículo (valor 50). Después de aflojar el tornillo moleteado *10*, el tubo del diafragma de compuerta se desplaza hasta que la imagen de la ranura quede enfocada nitidamente. La ranura se alinea verticalmente si se gira ahora el tubo de la ranura. Al afianzar luego el tornillo moleteado *10*, se debe tomar cuidado de que no varíe la posición de la ranura.

2.3 Instalación y alineación del prisma

Primero se lleva la mesita del prisma *3* a la altura del tubo del colimador y del tubo del ocular, y se alinea a ojo para que esté paralela a la placa con limbo *5*. Luego se coloca el prisma con soporte sobre la mesita del prisma de tal forma que el eje de giro pase por la bisectriz del ángulo de refracción ε y que el haz de luz del tubo del colimador incida de lleno sobre la superficie refractante del prisma. Después se fija firmamento la mesita del prisma. Para alinear el canto refractante en forma exactamente paralela al eje de giro o bien a la ranura, procédase de la siguiente manera:

Estando iluminada la ranura se gira el tubo de observación alrededor de la placa con limbo enclavada del tal modo que el haz de rayos reflejado penetre en el tubo de observación en el lado frontal AC del prisma (Véase Fig. 2).



Con los tornillos moleteados *13* se ajusta la mesita del prisma de tal manera que el centro de la imagen de la ranura se encuentre en la cruz del retículo (valor 50). El tubo de observación se bloquea en esta posición. Sin tocar el prisma, se gira entonces la mesita del prisma hasta que el haz de rayos reflejados en la otro superficie BC del prisma penetre en el tubo de observación y se ajusta de semejante manera con los tornillos moleteados *13*. Estos ajustes deberán repetirse alternadamente, hasta que no sea necesario corregir más. Así, el canto de refracción estará alineado paralelamente al eje de giro.

3. EJEMPLOS DE ENSAYOS

Se supone que el espectró-goniómetro ha sido ajustado según las indicaciones del capítulo 2.

3.1 Determinación del ángulo de refracción *n* a partir del ángulo de desviación mínima

Si un haz de luz paralelo penetra simétricamente en el prisma, se obtiene un valor mínimo para el ángulo de desviación δ. En este caso es válida la siguiente ecuación entre el ángulo refractante δ del prisma, el ángulo de desviación δ y el índice de refracción *n* de la materia del prisma (para la longitud de onda de la luz empleada):

$$n = \frac{\sin \frac{\delta + \varepsilon}{2}}{\sin \frac{\varepsilon}{2}}$$

Si se conoce δ (p. ej. para el prisma de vidrio Flint: 60°), es suficiente medir δ para determinar el índice de refracción.

Para medir δ, se lleva el prisma en el trayecto de los rayos de manera que el ángulo de incidencia a la superficie límite aire/vidrio no sea demasiado pequeño. Así está garantizado que el rayo refractado pueda salir nuevamente del prisma. Para el vidrio Flint, que tiene un índice de refracción n = 1,62, y un ángulo de refracción del prisma de 60°, el ángulo mínimo posible de incidencia es aprox. de 37°. Para el vidrio Crown, que tiene un índice de refracción n = 1,52, y un ángulo de refracción de¡ prisma de 60°, el ángulo mínimo posible de incidencia es aprox. de 31°. El brazo del tubo de observación se gira de suerte que la línea espectral, para la que se debe determinar el índice de refracción, esté visible en la cruz del retículo. Es preciso ahora girar lentamente el prisma (reajustando el tubo de observación en caso necesario), hasta que la línea espectral pase exactamente por un punto de inversión. Esta es la posición de desviación mínima en la cual se deja el prisma, y se bloquea el tubo de observación. Mediante el tornillo micrométrico *18* se ajusta la cruz del retículo exactamente sobre el centro de la línea espectral y se lee los grados indicados en el nonio.

Ahora se saca el prisma de la mesita para prisma, se desenclava el tubo de observación, el cual se ajusta directamente hacia el tubo del colimador, a fin de que el centro de la imagen de la ranura quede en la cruz del retículo. En esta posición se lee nuevamente el valor en grados indicado en el nonio. De las dos cifras así leidas se obtiene el ángulo de desviación δ.

3.2 Determinación de la longitud de onda de líneas espectrales con el espectrómetro de rejilla

El prisma en su soporte se reemplaza por el soporte para rejilla con la rejilla de Rowland (rejilla de Rowland 35675.00).

Se fija firmemente la rejilla de Rowland en el soporte de rejilla, y se coloca sobre la mesita para prisma bloqueada de tal forma que la superficie de la rejilla (lado de la capa dirigido hacia el tubo del colimador) quede perpendicular al eje del tubo del colimador. En este caso es válida la siguiente relación entre la constante de rejilla *G* (distancia entre dos puntos homólogos entre líneas cercanas), el número de *n*-ésimo orden de la imagen difractada, el ángulo φ_n, bajo el cual aparece la imagen difractada de *n*-ésimo orden y la longitud de onda λ de la línea espectral utilizada para la medición:

$$\lambda = \frac{G}{n} \cdot \sin \varphi_n$$

Para iluminar la ranura se recomienda utilizar una lámpara espectral. Si se conoce la constante de rejilla *G*, para determinar la longitud de onda hay que medir el ángulo φ_n entre la imagen difractada *n*-ésimo orden y la imagen sin desviación de la ranura. Dado que las imagenes difractadas se encuentran dispuestas simétricamente a ambos lados de la imagen sin desviación de la ranura, es conveniente determinar el ángulo $2 \cdot \varphi_n$ formado por las dos imagenes difractadas de n-ésimo orden, a la derecha e izquierda de la imagen sin desviación de la ranura. Con el tubo de observación se busca las imagenes difractadas del mismo orden a ambos lados de la imagen sin desviación de la ranura, y se coloca cada vez el centro de la imagen difractada exactamente en el centro de la cruz del retículo. En ambos casos se lee la cifra indicada en el nonio. La diferencia entre los ángulos equivale a $2 \cdot \varphi_n$.

3.3 Determinación de la constance de rejilla *G* de una rejilla de difracción

Se procederá en forma análoga al ensayo 3.2 para determinar la constante de rejilla, calculando el ángulo φ_n (o $2 \cdot \varphi_n$ según el caso). La constante de rejilla resulta de la relación:

$$G = \frac{n \cdot \lambda}{\sin \varphi_n}$$

3.4 Registro de una curva de dispersión de una rejilla

La ranura se ilumina con una lámpara espectral. En el soporte para rejilla se coloca de nuevo la rejilla de Rowland. Para cada *n*-ésimo orden del espectro de rejilla y para cada línea espectral claramente visible se determina el ángulo de desviación φ_n. Si son conocidas las longitudes de onda correspondientes a cada línea espectral, entonces pueden representarse gráficamente los ángulos de desviación φ_n medidos en relación con las longitudes de onda respectivas. Uniendo los puntos de medición encontrados para el *n*-ésimo orden, se obtiene la curva de dispersión de la rejilla para el espectro de rejilla de *n*-ésimo orden.

3.5 Determinación aproximativa de la descomposición de la microestructura de la línea Na-D

La longitud de onda de las líneas espectrales del NA se determinan con el espectró-goniómetro.

En el segundo orden ($n = 2$) se obtiene una descomposición de la línea D del sodio. El retículo del tubo de observación se coloca en la segunda línea D (2° orden) de sodio y se bloquea. Con el tornillo micrométrico *18* se lleva el retículo de la segunda a la primera línea, anotando cada vez el número de minutos correspondiente indicado en el nonio. Si φ_2 es el ángulo de difracción de la segunda línea (2° orden) y $\Delta\varphi$ la diferencia de ángulos entre la primera y la segunda línea indicada en el nonio, se calcula la diferencia de longitud de onda $\Delta\lambda$ debida a la descomposición a partir de la relación:

$$\Delta\lambda = \frac{G}{2} [\sin \varphi_2 - \sin (\varphi_2 - \Delta\varphi)]$$

Nota:
$\Delta\lambda$ se puede determinar sólo aproximadamente con este procedimiento, dado que la exactitud de cada medición de ángulo es de 1'.

4. MANEJO

A la entrega del espectró-goniómetro, el tubo de observación y el tubo del colimador son empacados separadamente. Se desempacan con cuidado y se fijan en los puntos de fijación previstos mediante los tornillos moleteados *17*.

En general la graduación de la escala incorporada es suficientemente visible con la luz del espectro por investigar. Tal vez se deberá aumentar levemente el ancho de la ranura o trabajar solamente en la semioscuridad.

Para limpiar la ranura, utilizar un trapo no deshilachable, de preferencia una gamuza.

La fuente de luz por investigar se coloca delante del aparato de modo que se encuentre en el eje óptico del tubo del colimador. Fuentes de luz con superficies de iluminación lo suficientemente grandes (p.ej. lámparas espectrales) se instalan unos centímetros delante de la ranura. Lo más importante es que la apertura de la ranura, así como la lente del tubo del colimador, se encuentren totalmente iluminadas. Esto es posible con fuentes de luz casi puntiformes, utilizando un condensador para iluminar la ranura. Por último se deberá ajustar en forma adecuada el ancho de la ranura con el tornillo moleteado *9*. Cuando menor el ancho de la ranura, tanto mayor la capacidad de resolución (capacidad de separación para longitudes de onda cercanas), pero asimismo disminuye la luminosidad del espectro. Con una ranura muy estrecha, el espectro se muestra atravesado por líneas horizontales causadas por algunas pocas desuniformidadas (debidas p.ej. a partículas de polvo) en los bordes de la ranura.